

В данной статье формулируется задача экспериментальной оценки качества изображения светодиодных осветителей при наблюдении объекта через эндоскоп. Приводится методика исследования качества изображения осветителей медицинских эндоскопов. Рассматривается возможность замены галогенных ламп накаливания на светодиоды белого свечения, согласно приведенной методике.

УДК 535.317:53.08

Ю.О. Васильева

Харковская национальная академия городского хозяйства

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭНДОСКОПИИ

К качеству изображения, даваемого оптической системой эндоскопа, предъявляется следующий ряд требований. Оптика эндоскопа должна позволять наблюдать раздельно участки предмета, имеющие поперечные размеры порядка 0,2-0,4 мм, а иногда и меньше. Изображение должно быть резким по всему полю зрения, но особенно в центре его.

Степень правильности передачи формы предмета системой должна быть такой, чтобы его можно было идентифицировать (например, язву). Некоторые искажения формы (без нарушения резкости) допустимы. Изображение должно иметь контраст, близкий к контрасту предмета. Это важно потому, что при эндоскопии часто рассматриваются малоконтрастные объекты. Врачу приходится делать вывод об изменениях поверхности ткани, как правило, по малейшим изменениям контраста. Требования к оптическим характеристикам осветительных систем эндоскопов ранее были рассмотрены в статье [1].

В работах [2, 3, 4] нами был проведен комплекс теоретических исследований, направленный на рассмотрение возможности применения светодиодов (СД) в осветителях медицинских эндоскопов, вместо наиболее часто используемых в эндоскопии источников света – галогенных ламп накаливания. Однако, этих исследований недостаточно для полной оценки работы светодиода в осветителях для медицинских эндоскопов. Необходимы экспериментальные исследования, подтверждающие возможность замены ламп накаливания на светодиодные осветители в эндоскопах, без ухудшения качества изображения вышеуказанных устройств.

Анализ экспериментального использования светодиодов в эндоскопе. Экспериментальные исследования по использованию СД в осветительных установках эндоскопов проводились посредством оценки и сравнения качества изображения получаемого при освещении разнообразных объектов наиболее часто используемыми в эндоскопии источниками света – галогенными лампами накаливания, и предложенными нами для тех же целей – светодиодами.

Методика исследований. Исследования проводились по разработанной нами методике, с использованием стандартных штриховых миш. Предлагаемая методика заключается в следующем:

- С помощью исследуемого в эндоскопе источника света освещается изображение штриховой миры (посредством эндоскопа), фиксируемое с помощью цифрового носителя; изображение передается на компьютер и сохраняется в форматах JPEG, TIFF, RAW (основные форматы, используемые данным типом устройств при сохранении

изображения [5]), а так же в некоторых других форматах, поддерживаемых цифровыми носителями.

- Затем изображение считывается специализированной программой. Задаются границы информационного поля, а так же пространственная частота первого элемента миры и коэффициент геометрической прогрессии j , характеризующий связь пространственных частот элементов миры:

$$N_{i+1} = N_i / j,$$

где N – пространственная частота;

i – номер элемента миры.

- Производится расчет контраста изображения при различных пространственных частотах по формуле (1):

$$K_L(N) = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}, \quad (1)$$

где L_{\max} , L_{\min} — максимальная и минимальная яркости изображения элемента миры с пространственной частотой N .

- Полученная зависимость аппроксимируются; результаты выводятся в виде графиков.

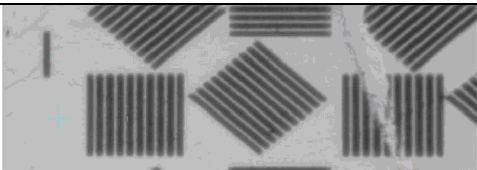
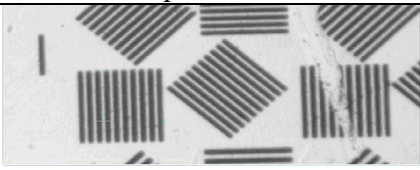
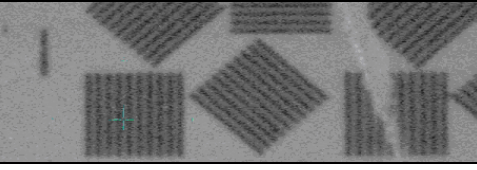
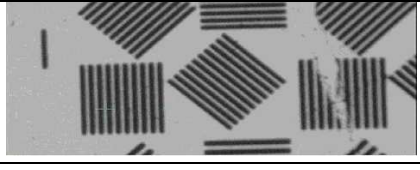
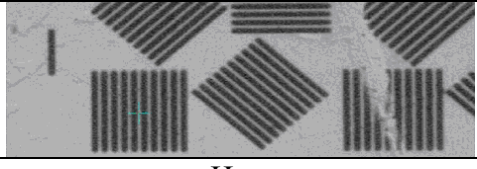
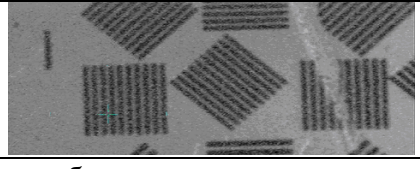
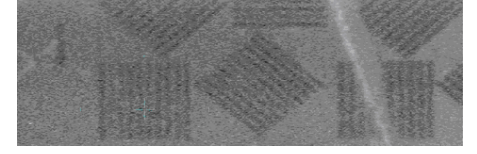
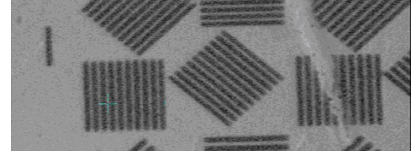
Визуальные исследования использования СД в качестве источника света проводились со светодиодом LXHL – LW6C Star, фирмы Luxeon, позволяющего обеспечить комфортное условие наблюдения. Исследовалось качество получаемого телевизионного изображения с использованием телекамеры PV-112. Изображение с телекамеры передавалось в компьютер, где фиксировались осциллограммы и изображения с использованием программы OSC16, а также проводилась работа с изображениями средствами MathCAD. В качестве объектов использовались штриховые миры. При работе использовались узкополосные интерференционные светофильтры с пропусками длин волн $\lambda = 435.5, \lambda = 530.3, \lambda = 699.1$. Последняя длина волны несколько отличалась от λ_2 необходимой для реализации классической координатной системы RGB. Изображения, получаемые в свете СД, сравнивались с изображениями, получаемыми при использовании в эндоскопах штатных ИС – галогенных ламп накаливания.

Приведенные ниже сюжеты, позволяют провести сравнения (Таблица1).

В 1 и 2 сюжетах приведены изображения штриховой миры при использовании ЛН и СД в белом свете и для трех узкополосных фильтров. Как и следовало ожидать, ГЛН с синим фильтром, дает худший результат, чем СД с тем же фильтром и, наоборот, при работе с красным фильтром. Заметно, что градиент светораспределения в изображении для СД несколько лучше, чем для ГЛН. Сравнение чисто визуальное, носит субъективный характер. С целью привести, количественную оценку приведено сравнение при работе с мирами с пространственными частотами 455, 333, 250, 167, 91. Из общего изображения был выделен одинаковый фрагмент и выполнен расчет контраста изображения и построен график функции передачи контраста рис.1. Из хода кривых видим, что на средних частотах для СД передаточная функция выше – примерно в 2 раза.

На основании проведенных исследований, и анализа работ [2, 3, 4], можно сделать следующие заключения:

Табл. 1

ЛАМПА	СВЕТОДИОД
Источник света без фильтра, объект - мира	
	
Источник света с желтым фильтром, объект - мира	
	
Источник света с красным фильтром, объект - мира	
	
Источник света с синим фильтром, объект - мира	
	

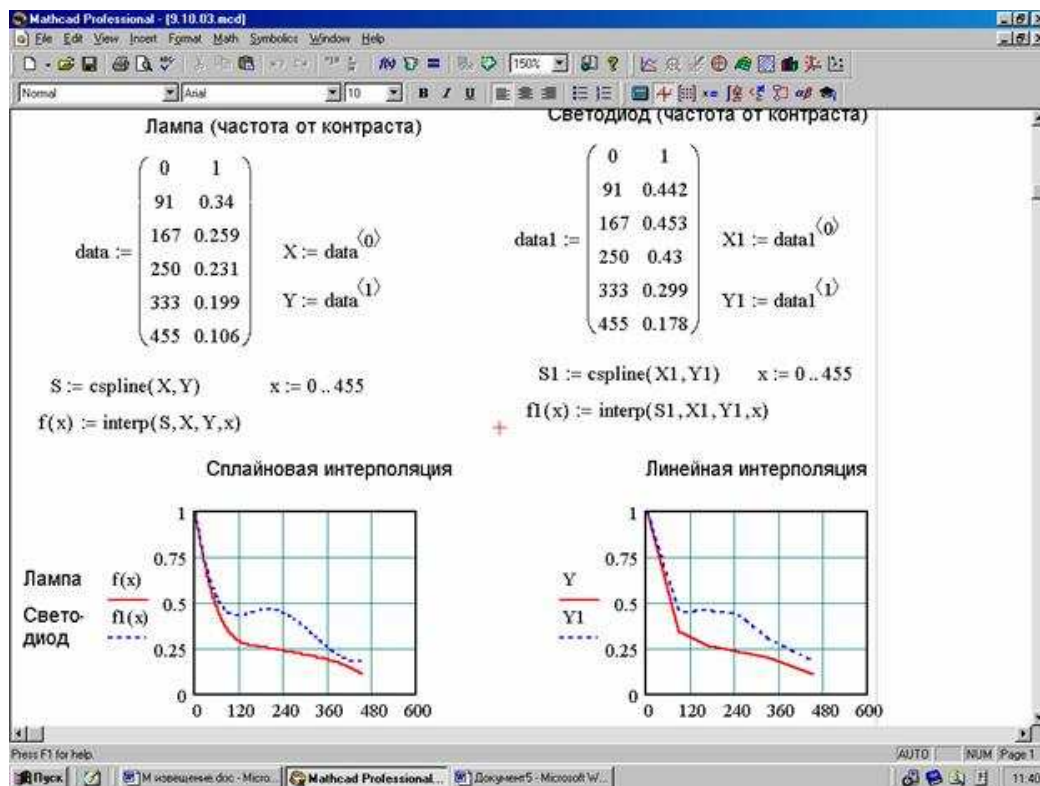


Рис.1. Расчет передаточной функции для случаев работы с лампой и светодиодом.

1. По светотехническим характеристикам (поток, яркость, светоотдача) СД может составить конкуренцию ЛН. Значения коэффициента светоотдачи у исследованных СД колебались от 10 до 25[лм/Вт].
2. По цветовым параметрам СД близок к стандартному источнику С и Е.
3. Цветовая температура СД лежит в районе 8000-9000К, что обеспечивает в его спектре излучения преобладание сине-фиолетовой области, и тем самым создаются предпосылки для более высокой разрешающей способности оптической системы, что подтверждено экспериментально.
4. Меньший, чем у ЛН, световой поток СД можно отнести к его недостаткам (временным), но это же позволяет при высоких светотехнических характеристиках устранить нагрев корпуса осветителя.
5. В настоящих исследованиях был апробирован вариант освещения в видимой области спектра, поэтому целесообразно продолжить исследования по использованию СД при остальных видах освещения и других видах исследования объектов, например в ИК области спектра.
6. Использование цветных фильтров позволяет, как и в случае ЛН изменять спектральный состав освещающих пучков, в том числе выделять узкие области спектра.
7. Одиночные СД можно рекомендовать для использования в качестве источника света в эндоскопах.

Литература

1. Васильева Ю.О. Критерии оценки качества осветительных систем эндоскопов. "СВІТЛО", 2006, №3
2. Н.О.Ільїна, Ю.О.Васильєва. Освітлювач медичних ендоскопів зі світлодіодними модулями. "Світлотехніка та електроенергетика", 2004, №4, сс.18 – 21.
3. Н.О.Ільїна, Ю.О.Васильєва. Аналіз ефективності роботи світлодіодів в освітлювальних пристроях медичних приладів. "Світлотехніка та електроенергетика", 2005, №5, сс.25 – 29.
4. Васильева Ю.О. Визначення світлових параметрів освітлювальних систем медичних ендоскопів. "Світлотехніка та електроенергетика", 2005, №6.
5. Шлихт Г.Ю. Цифровая обработка цветных изображений. – М.: Изд-во ЭКОМ, 1997.-336с.

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЕНДОСКОПІЇ

Ю.О.Васильєва

У статті формулюється задача експериментальної оцінки якості зображення світлодіодних освітлювачів при спостереженні об'єкта крізь ендоскоп. Наводиться методика визначення якості зображення освітлювачів медичних ендоскопів. Розглядається можливість заміни галогенних ламп розжарювання на світлодіоди, згідно наведеної методики.

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF IMAGE'S QUALITY OF THE LIGHTING DEVICE OF MEDICAL ENDOSCOPES.

U.O.Vasilyeva

The paper elucidates some aspects of experimental assessment of lighting device image quality of medical endoscopes. The focus is on technique of LED lighting system from standard lighting source.